Aus der Balneologischen Forschungsstelle
der Universität Freiburg in Baden-Baden
Leiter: Dr. R. Jaup
und der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau
Direktor: Prof. Dr. H. Vogt

Über die Beeinflussung des Mineralstoffwechsels des Menschen durch Trinkkuren mit Henkenhagener Ostseewasser

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des medizinischen Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität

in Breslau

vorgelegt

von Käte Füssel

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

Referent: Prof. Dr. Vogt
Dekan: Prof. Dr. Gottron

Über die Beeinflussung des Mineralstoffwechsels des Menschen durch Trinkkuren mit Henkenhagener Ostseewasser

Unter Mineralstoffwechsel verstehen wir das Verhalten der anorganischen Stoffe im Organismus. Als Energiequelle kommen die anorganischen Verbindungen nicht in Betracht, da sie keine Verbrennungswärme liefern; sie stellen jedoch einen für den Ablauf des Lebens notwendigen Bestandteil dar. Durch die Exkrete (Harn, Faeces, Schweiß) werden dauernd anorganische Stoffe ausgeschieden, die durch die Salze der Nahrung wieder ersetzt werden müssen, wenn nicht schwere Störungen des Organismus auftreten sollen. Andrerseits kann auch vermehrte Zufuhr gewisser Mineralien, z. B. von NaCl, den gesunden und besonders den kranken Körper sehr schädigen.

Eine große Rolle spielen die anorganischen Bestandteile vor allem bei der Aufrechterhaltung des normalen osmotischen Druckes in den Körperflüssigkeiten und Geweben. Die Moleküle der Salze sind zum größten Teil elektrolytisch dissoziiert, d. h. in elektrisch gegensätzlich geladene Ionen, Anionen und Kationen, gespalten; nur zum kleinen Teil finden wir sie als nichtionisierte Salze und Eiweißverbindungen. Trotz des hohen Wassergehalts des Organismus können die nach Arrhenius für verdünnte wäßrige Lösungen geltenden Gesetze nur in beschränktem Maße angewandt werden, da der Gesamtorganismus und selbst die einzelne Zelle ein kompliziertes Gefüge von Eiweißstoffen, Lipoiden und konzentrierten Lösungen ist, die verschiedene Löslichkeit und damit auch eine unterschiedliche elektrische Ladung der anorganischen Teilchen bedingen.

Sucht man experimentell diese Verhältnisse zu ändern, so gelingt dies immer nur in sehr engem Umfang.

Eine weitere Schwierigkeit bei Mineralstoffwechseluntersuchungen liegt darin, daß regulatorische Einrichtungen, wie Vitamine, Hormone und das vegetative Nervensystem, eminente Veränderungen im Mineralhaushalt verursachen können. Ferner sind die bei Mensch und Tier sehr verschiedenen Regulatoren zu berücksichtigen. Ergebnisse bei Tierversuchen dürfen daher nur mit größter Vorsicht auf den Menschen übertragen werden.

Obwohl an der großen Bedeutung der anorganischen Bestandteile des Körpers für das Leben kein Zweifel bestehen kann, so ist doch im einzelnen nur wenig Sicheres darüber bekannt. Wir haben uns nun in der vorliegenden Arbeit die Aufgabe gestellt, den Mineralstoffwechsel des Menschen zu untersuchen und im besonderen die Beeinflussung durch Trinkwasserkuren mit Henkenhagener Ostseewasser festzustellen.

Wir führten die Versuche an vier gesunden, kräftigen Personen, die im Alter von 21 bis 28 Jahren standen, aus.

Um nach Möglichkeit sämtliche störenden Faktoren auszuschalten und einem etwaigen Mineralverlust durch stärkere Schweißsekretion vorzubeugen, wurde streng darauf geachtet, daß

1. die Arbeitsbedingungen, unter denen die Versuchspersonen lebten, annähernd gleich waren,
2. jede größere körperliche Anstrengung, wie Schwimmen, Radfahren, längere Spaziergänge usw., und ebenso auch intensive Sonnenbestrahlung vermieden wurden.

Einige Schwierigkeiten bereitete die Zusammensetzung der Versuchsnahrung. Es galt eine Kostform zu finden, die in bezug auf Kalorienzahl, Mineralbestandteile und Vitamine ausreichend war und auch bei längerer Dauer des Versuchs keinen Widerwillen bei den Versuchspersonen auslöste.

Die Kalorienzufuhr betrug für die Versuchspersonen durchschnittlich 2 400 Kal. pro die und entsprach dem Kaloriengehalt der vor dem Versuch aufgenommenen Nahrung.

Nach den Untersuchungen von v. Wendt wird der Tagesbedarf von Natrium, Kalium und Chlor auf 4—5 g Na, 2—3 g K und 6—7 g Cl angegeben. Für das Kalzium beträgt er nach György 1,053 g Ca. Renvall errechnete für Magnesium den Wert von 0,85 g MgO. Bei Phosphor ergaben die Untersuchungen von Sherman, Rose, Mathews und Oesterberg einen Durchschnittswert von 0,89 g P.

Diesen Bedingungen entsprach die von uns gewählte Standardversuchskost, die aus Brot, Vollfettkäse, Milch, Dauerwurst und Zitronensaft bestand. Die Kost garantierte außerdem eine genügende Aufnahme von A-, B-, C- und D-Vitaminen.

Das Brot, Vollkornkräckers, lieferte die Firma Theinhardt, Stuttgart. Die für jeden einzelnen Versuch notwendige Brotmenge wurde nach Vereinbarung mit der Firma aus der gleichen Brotmasse und im gleichen Arbeitsgang hergestellt. Schwankungen im Mineralgehalt des Brotes wurden somit vermieden.

Mineralbestandteile der Vollkornkräckers im Durchschnitt:

Natrium	425,50 mg%
Kalium	349,32 mg%
Kalzium	75,20 mg%
Magnesium	67,58 mg%
Chlor	784,60 mg%
Phosphor	119,78 mg%

Die Hersteller des Vollfettkäses waren die Gebr. Wiedemann, Allgäu. Ähnliche Abmachungen wie mit der vorher genannten Firma ermöglichten die Konstanz der Mineralbestandteile für den einzelnen Versuch.

Mineralbestandteile des Käses im Durchschnitt:

Natrium	816,50 mg%
Kalium	72,42 mg%
Kalzium	796,66 mg%
Magnesium	17,75 mg%
Chlor	756,15 mg%
Phosphor	83,16 mg%

Die Wurst wurde von einem Baden-Badener Metzger eigens für unsere Versuche hergestellt:

Mineralbestandteile der Wurst im Durchschnitt:

Natrium	2 338,70 mg%
Kalium	327,45 mg%
Kalzium	17,05 mg%
Magnesium	81,18 mg%
Chlor	4 185,69 mg%
Phosphor	15,18 mg%

Die Milch lieferte täglich ein Mustergut aus der Umgegend Baden-Badens. Da die Versuche im Sommer ausgeführt wurden, war die Grünfutterernährung der Kuh, deren Milch wir verwendeten, gesichert. Der Fettgehalt dieser Milch sowie der Mineraliengehalt blieben fast konstant.

Mineralbestandteile der Milch im Durchschnitt:

Natrium	14,54 mg%
Kalium	123,54 mg%
Kalzium	115,00 mg%
Magnesium	24,44 mg%
Chlor	99,40 mg%
Phosphor	20,18 mg%

Zur Vermeidung einer C-Avitaminose gaben wir täglich Zitronensaft mit Aq. dest. vermischt. Die benötigte Saftmenge stellten wir für jeden Versuch frisch her.

Mineralbestandteile des Zitronensaftes im Durchschnitt:

Natrium	3,10 mg%
Kalium	59,81 mg%
Kalzium	16,68 mg%
Magnesium	9,46 mg%
Chlor	6,97 mg%
Phosphor	4,24 mg%

Durch eigene Analysen, die in regelmäßigen Abständen vorgenommen wurden, überzeugten wir uns von dem gleichbleibenden Mineralgehalt der Nahrungsmittel.

Wie schon erwähnt, wurde für unsere Untersuchungen Henkenhagener Ostseewasser verwandt, dessen Analyse folgendes Resultat ergab:

Natrium	237,48 mg%
Kalium	8,43 mg%
Kalzium	10,01 mg%
Magnesium	28,41 mg%
Chlor	415,91 mg%
Phosphor	—,— mg%

Die Versuche führten wir in der Weise aus, daß zunächst in einer zehntägigen Einstellungsperiode der Nahrungsmittel- und Flüssigkeitsbedarf der jeweiligen Versuchsperson bestimmt wurde. Wir wollen die Versuchspersonen der Übersicht halber mit J, F, G und I bezeichnen. Nachfolgend die Aufstellung über die tägliche Nahrungsaufnahme der Versuchsperson J:

250 g (F: 250 g, G: 300 g, I: 250 g) . . . . . Kräckers
100 g (F: 100 g, G: 100 g, I: 100 g) . . . . . Wurst
120 g (F: 120 g, G: 120 g, I: 120 g) . . . . . Käse
1000 ccm (F: 1000 ccm, G: 1000 ccm, I: 1000 ccm) Milch
750 ccm (F: 400 ccm, G: 400 ccm, I: 250 ccm) Zitronenwasser.

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Nahrungszufuhr der übrigen drei Personen an. Wie aus der obenstehenden Tabelle hervorgeht, zeigt sich bei allen Versuchspersonen im wesentlichen das gleiche Bild. Lediglich die Flüssigkeitsaufnahme ist unterschiedlich und schwankt zwischen 250 und 750 ccm Zitronenwasser.

An die Einstellungszeit schloß sich eine fünftägige Vorperiode, während welcher kein Meerwasser gegeben wurde, an; es folgten dann zwei Fünf-Tage-Perioden mit zusätzlicher Zufuhr von täglich 500 ccm unverdünnten Henkenhagener Ostseewassers. Den Abschluß des Versuches bildete wieder eine fünftägige Periode ohne Meerwasserzufuhr. In einem Kontrollversuch (Versuchsperson G) gaben wir an Stelle des Meerwassers während der Perioden II und III die gleiche Menge Aqua dest. Im übrigen wurde an der Versuchsanordnung nichts geändert.

Wir untersuchten nun während aller Perioden die Natrium-, Kalium-, Kalzium-, Magnesium-, Chlor- und Phosphorausscheidung in Stuhl und Harn.

Zusätzlich wurden noch bei den Versuchspersonen J und F vor Beginn jeder Periode Blutanalysen ausgeführt. Es war wenig wahrscheinlich, daß sich Änderungen der Blutkonstanten bei Gesunden während einer Trinkwasserkur ergeben würden. Auch unsere Untersuchungen zeigten nur physiologische Schwankungen im Mineralgehalt, wie die folgenden Tabellen darlegen:

Versuch J:

	I. Periode	II. Periode	III. Periode	IV. Periode
Natrium . .	324,53 mg%	314,80 mg%	317,10 mg%	320,50 mg%
Kalium . .	18,95 mg%	19,30 mg%	19,60 mg%	19,10 mg%
Kalzium .	8,90 mg%	9,00 mg%	9,00 mg%	9,30 mg%
Magnesium	2,30 mg%	2,80 mg%	2,80 mg%	2,67 mg%
Chlor . . .	360,30 mg%	355,00 mg%	353,00 mg%	355,50 mg%
Phosphor .	3,90 mg%	3,49 mg%	3,86 mg%	3,71 mg%

Versuch F:

	I. Periode	II. Periode	III. Periode	IV. Periode
Natrium . .	284,30 mg%	292,20 mg%	295,60 mg%	292,80 mg%
Kalium . .	17,90 mg%	18,40 mg%	18,20 mg%	18,70 mg%
Kalzium . .	9,80 mg%	10,30 mg%	9,70 mg%	10,70 mg%
Magnesium	2,80 mg%	2,80 mg%	2,88 mg%	2,80 mg%
Chlor . . .	369,20 mg%	367,40 mg%	363,80 mg%	379,80 mg%
Phosphor .	3,60 mg%	3,70 mg%	3,70 mg%	3,40 mg%

Zur Methodik der Blutuntersuchung ist zu bemerken:

Natrium-Bestimmung:

Prinzip:

Siehe Bestimmung im Harn.

Arbeitsgang:

1 ccm Serum werden mit Pyroantimonatlösung versetzt und im weiteren wie bei der Bestimmung im Harn verfahren.

Bei der Kalium-, Kalzium- und Magnesium-Bestimmung sind Prinzip und Arbeitsgang die gleichen wie bei dem Nachweis im Harn. Zur Untersuchung werden 1 bzw. 2 ccm Serum (Ca-Mg-Bestimmung) verwandt.

Chlor-Bestimmung:

Prinzip:

Nach Zusatz einer gemessenen Menge eines Reagenz, das aus einer Lösung von Silbernitrat, Cerinitrat und Eisenammonsulfat in Salpetersäure besteht, wird das Eiweiß des Serums zerstört und gleichzeitig die Chloride als AgCl gefällt. Der Überschuß an $AgNO_3$ wird mit einer gestellten Kaliumrhodanidlösung zurücktitriert.

Arbeitsgang:

In ein Zentrifugenglas werden 1 ccm Aq. dest. und 0,1 ccm Serum gebracht. Dann fügt man 2 ccm des $AgNO_3$-Cer-Reagenz hinzu und läßt 15 Minuten im Wasserbad kochen. Das überschüssige Ceriammoniumnitrat wird nach Zusatz von 0,5 ccm einer 60prozentigen Traubenzuckerlösung durch 2 Minuten langes Kochen

im Wasserbad reduziert. Nach dem Abkühlen Titration mit n/10 Kaliumrhodanidlösung.

Phosphor-Bestimmung:

Prinzip:

Siehe Bestimmung im Harn.

Arbeitsgang:

2 ccm Serum werden mit 8 ccm 10prozentiger Trichloressigsäure enteiweißt. Nach 10 Minuten wird filtriert und 3 ccm des Filtrats in ein 10-ccm-Röhrchen gebracht. Zugabe von 4 ccm Aq. dest., 1 ccm Hydrochinonbisulfit und 1 ccm Molybdänschwefelsäuregemisch; man bringt dann das Röhrchen in ein siedendes Wasserbad, füllt nach 10 Minuten bis zur 10-ccm-Marke auf und kolorimetriert.

Es war nicht unsere Aufgabe, den Mineralgehalt des Blutes während einer Trinkwasserkur zu prüfen. Die vorstehenden Ergebnisse sind daher nur als ergänzende Untersuchungen aufzufassen.

Die chemischen Analysen erfolgten im Harn an der 24-Stundenmenge, im Stuhl an getrockneten Stuhlportionen je einer Versuchsperiode. Der täglich abgesetzte Stuhl wurde nach Ermittlung des Frischgewichtes bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, die Stuhlmengen einer Periode (5 Tage) vermengt und an 2 Proben dieses Gemisches nach ihrer Veraschung die gleichen Bestimmungen wie im Harn ausgeführt.

Es kamen folgende Methoden zur Anwendung, die hier näher beschrieben werden sollen, da sie zum Teil von den üblichen abweichen.

Natrium-Bestimmung:

Prinzip der Methode:

Das Natrium wird mit Kaliumpyroantimonat als unlösliches Natriumsalz gefällt und das in der Verbindung vorhandene 5wertige Antimon jodometrisch bestimmt.

Arbeitsgang:

1 ccm Harn werden in ein Zentrifugenglas gegeben, mit 1 Tropfen 10prozentiger HCl, 1 Tropfen Phenolphthalein und tropfenweise mit 10prozentiger KOH bis zur deutlichen alkalischen Reaktion (Rotfärbung) versetzt. Dazu kommen 5 ccm einer 20prozentigen Kaliumpyroantimonatlösung. Das Zentrifugenglas wird 10 Minuten

auf Eis gestellt und danach tropfenweise 1,5 ccm 96prozentiger Alkohol unter ständigem Rühren mit einem Glasstab zugegeben. Man zentrifugiert nach 1 Stunde und saugt die klare Flüssigkeit mit dem Saughaken ab. Waschen mit 5 ccm 30prozentigem Alkohol, dies noch 2mal wiederholen. Der Niederschlag wird in 3—5 ccm konz. HCl-Lösung unter Umrühren mit dem Glasstab, den man zur Fällung benutzt hat, gelöst, in ein kleines Becherglas gespült und das Zentrifugenglas mit 2mal 5 ccm Aqu. dest. nachgewaschen. Anschließend Titration mit n/10 Thiosulfat nach Zusatz von etwa 2 ccm KJ-Lösung und Stärke bis zur Entfärbung.

Kalium-Bestimmung:

Prinzip der Methode:

Das Kalium wird mit Natriumkobaltinitrit als Kaliumnatriumkobaltinitrit gefällt. Durch Zusatz einer gemessenen Menge einer gestellten Cerisulfatlösung wird die Nitritgruppe des Doppelsalzes oxydiert. Das überschüssige Cerisulfat wird nach Zugabe von Jodkali mit Thiosulfat bestimmt.

Arbeitsgang:

In ein sorgfältig gereinigtes Zentrifugierröhrchen aus Jenaer Glas wird 1 ccm 1:10 verdünnten Harns einpipettiert und 10 Minuten in Eis gestellt. Unter leichtem Schütteln erfolgt Zugabe von 2 ccm eisgekühlten Kobaltreagenz und sorgfältige Überschichtung mit 1 ccm eisgekühlten Aq. dest. Das Überschichten verhindert die Bildung eines Oberflächenhäutchens von Kaliumnatriumkobaltinitrat. Man stellt die Proben zur vollständigen Fällung auf eine Stunde in den Eisschrank und zentrifugiert dann durch 15 Minuten scharf ab. Die überstehende Flüssigkeit wird mit Hilfe des Saughakens abgesaugt. Zum Niederschlag werden 0,5 ccm eisgekühltes Aq. dest. zugesetzt. Nach weiterem Zusatz von 5 ccm Aq. dest. wird wiederum durch 10 bis 15 Minuten abzentrifugiert. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis die überstehende Flüssigkeit farblos ist. Nachdem das Wasser nunmehr wie früher entfernt wurde, werden 5 ccm Cerisulfatlösung zugefügt und nach Zusatz von einigen Tropfen KJ-Lösung und Stärke mit n/100 Thiosulfat bis farblos titriert.

Kalzium-Bestimmung:

Prinzip der Methode:

Das Kalzium wird direkt als Kalziumoxalat gefällt. Durch Zusatz einer gemessenen Menge einer gestellten Cerisulfatlösung zum

aufgelösten Niederschlag wird die an das Kalzium gebundene Oxalsäure oxydiert und der Überschuß an Cerisulfat jodometrisch bestimmt.

Arbeitsgang:

Man gibt 3 ccm Harn in ein Zentrifugenglas, fügt 1 Tropfen 10prozentiges Ammoniak• (Kalziumphosphate bzw. Magnesiumammoniumphosphate fallen aus) hinzu und löst den entstandenen Niederschlag mit 1 Tropfen 25prozentiger HCl-Lösung. Das Zentrifugenröhrchen wird bis zum Sieden im Wasserbad erhitzt und 0,5 ccm Ammonoxalat + 0,5 ccm Natriumacetat hinzugefügt. Nach etwa 1stündigem Stehen setzt man 1 ccm Aq. dest., das man an den Wänden des Zentrifugierröhrchens herabfließen läßt, zu, um etwa auskristallisiertes Ammonoxalat in Lösung zu bringen und zentrifugiert dann. Die überstehende Flüssigkeit wird zur Magnesiumbestimmung abgegossen. Auswaschen mit 5 ccm Aq. dest. (2—3mal). Nach dem Entfernen der letzten Waschflüssigkeit wird der Oxalatniederschlag in 0,5 ccm n/4 SO_4H_2 in Lösung gebracht und 5 ccm Cersulfat einpipettiert. Nun fügt man einige Tropfen Kaliumjodidlösung und Stärke hinzu und titriert mit n/10 Thiosulfat bis farblos.

Magnesium-Bestimmung:

Prinzip:

Fällung als unlösliches NH_4MgPO_4. Durch Reduktionsmittel werden die vorher gelösten Magnesiumsalze zu einer kolloidalen Lösung von Molybdänblau reduziert und der Mg-Gehalt kolorimetrisch bestimmt.

Arbeitsgang:

Da $Ca^{\cdot\cdot}$ in ammoniakalischer Lösung ebenfalls die $PO_4^{\cdot\cdot\cdot}$ fällen, wird das Ca zuerst als Kalziumoxalat gefällt und die überstehende Flüssigkeit nebst Waschwasser in ein Kölbchen abgegossen und auf 50 ccm mit Aq. dest. aufgefüllt. Man pipettiert 2 ccm dieser Verdünnung, 2 ccm einer 5prozentigen Ammoniumphosphatlösung und 2 ccm einer 20prozentigen Ammoniaklösung in ein Zentrifugenglas und reibt mit einem Glasstab bis zum Niederschlag. Erhitzen im Wasserbad auf 80 Grad. Die Probe bleibt verschlossen bis zum nächsten Tage stehen, dann wird zentrifugiert, die Flüssigkeit mit dem Saughaken entfernt und mit 5 ccm einer 2prozentigen Ammoniaklösung 3mal ausgewaschen. Der aus NH_4MgPO_4 bestehende Niederschlag wird in einigen Tropfen 2n SO_4H_2 gelöst und quan-

titativ in ein 25-ccm-Kölbchen übergeführt. In ein zweites 25-ccm-Kölbchen gibt man 5 ccm der Mg-Standardlösung und 5 ccm Aq. dest., in jedes der beiden Kölbchen dann 2 ccm Molybdänsäurelösung und 2 ccm Hydrochinonlösung. Nach 5 Minuten pipettiert man in beide Kölbchen 10 ccm Karbonatsulfitlösung und füllt nach weiteren 5 Minuten mit Aq. dest. auf 25 ccm auf. Danach wird die blaue Farbe kolorimetrisch im Dubosq bestimmt.

Phosphor-Bestimmung:

Prinzip der Methode:

Aus H_3PO_4 und Ammoniummolybdat bildet sich in saurer Lösung eine schwer lösliche Komplexverbindung, die von Reduktionsmitteln zu einer kolloidalen Lösung von Molybdänblau reduziert wird. Die auftretende Farbe ist der Menge Phosphorsäure proportional.

Arbeitsgang:

Man pipettiert 5 ccm Phosphorsäurestandardlösung und 3 ccm Harn in je ein 100-ccm-Kölbchen und fügt in jedes Kölbchen etwa 20 ccm Aq. dest. Nach Zusatz von 5 ccm Molybdänreagenz und 5 ccm Hydrochinonlösung je Kölbchen wird nach Ablauf von 5 Minuten 5 ccm Karbonatsulfit hinzugegeben. Man wartet noch weitere 5 Minuten und füllt dann auf 100 ccm mit Aq. dest. auf. Kolorimetrische Bestimmung des Phosphors im Dubosq.

Chlor-Bestimmung:

Prinzip der Methode:

Das Chlor wird nach Volhard durch überschüssige Silbernitratlösung gefällt und deren Überschuß gegen Eisenammoniakalaun mit Rhodanammonium zurücktitriert.

Arbeitsgang:

In einen Meßkolben von 50 ccm pipettiert man 5 ccm Harn, 25 ccm n/20 $AgNO_3$ und 2 ccm conc. HNO_3 und füllt mit Aq. dest. bis zur Marke auf. Durch ein trockenes Filter wird in ein Erlenmeyer-Kölbchen filtriert. 25 ccm des Filtrats werden mit n/20 Rhodanammoniumlösung bis gerade zu Beginn der braunroten Farbe titriert.

Auf die Berechnung und genaue Herstellung der Lösungen wird hier nicht eingegangen, wir verweisen auf die einschlägige Literatur.

Für die Darstellung der Ergebnisse wählten wir die graphische Form. Die Abbildungen 1 bis 4 geben eine Übersicht über die Untersuchungen. In die Ordinate ist die Ausscheidung der einzelnen Mineralien in Gramm eingetragen, die Abszisse zeigt die jeweiligen vier Versuchsperioden. Die fein gezeichneten Kurven stellen die Mehrzufuhr eines jeden Minerals während der Trinkkurperioden (Periode II bis III) dar, während die stark gezeichneten Kurven der Gesamtausscheidung der Mineralien innerhalb einer Periode entsprechen.

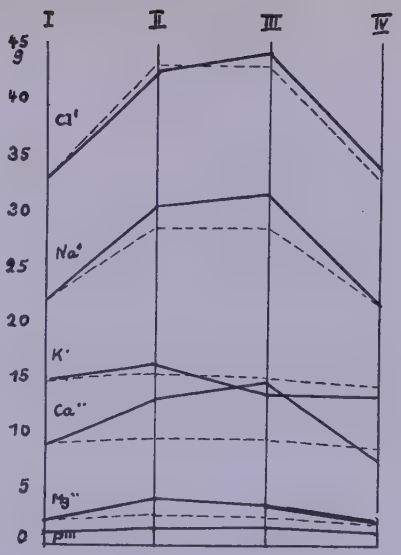

Abb. 1: Versuch J

In den Trinkkurperioden II und III wird vermehrt Natrium und Chlor zugeführt (Versuche J, F und I). Es ist nun deutlich zu erkennen, daß bei den betreffenden Versuchspersonen in diesen Perioden die Ausfuhr fast parallel mit der Einfuhr ansteigt. Im Versuch F kommt es sogar zu einer Mehrausscheidung von Na und Cl, bei der Versuchsperson J ist lediglich eine geringe Steigerung der Na-Ausfuhr zu beobachten. Bemerkenswert ist das Verhalten der beiden Mineralien im Kontrollversuch G. Im Gegensatz zu den übrigen Versuchen sinkt hier die NaCl-Ausscheidung in den Trinkkurperioden, um in der Periode IV wieder anzusteigen.

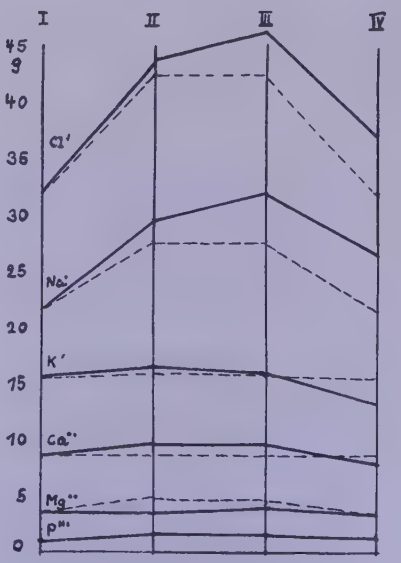

Abb. 2: Versuch F

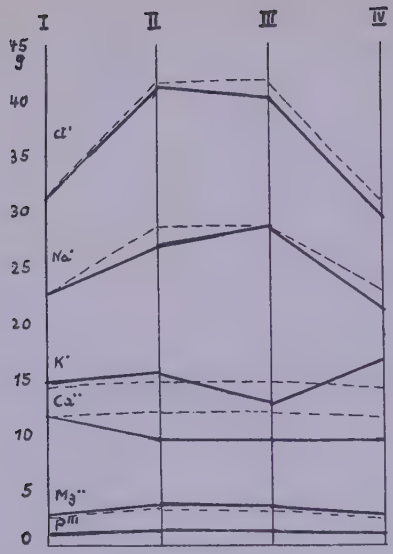

Abb. 3: Versuch I

Betrachten wir die Kalium-Ausscheidung, so sehen wir ein gleichsinniges Verhalten in den Versuchen J und I, nämlich eine K-Retention, während der Trinkkur. Dagegen ist bei der Versuchsperson F eine sehr geringe, bei der Versuchsperson G eine deutliche K-Mehrausscheidung zu beobachten, die im letzteren Falle wohl mit der Na-Retention zusammenhängt.

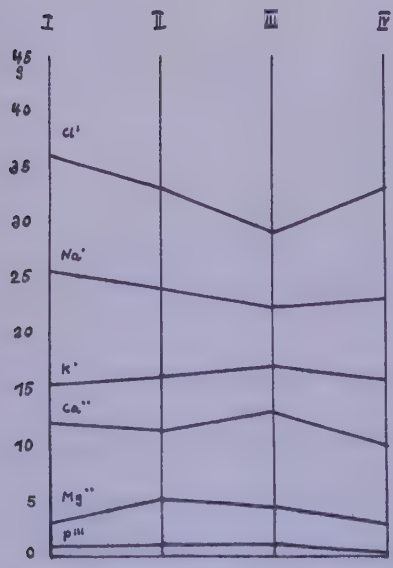

Abb. 4: Versuch G

Am eindrucksvollsten stellt sich das Verhalten von Kalzium und Magnesium dar. Vermehrte Ausscheidung des Kalziums finden wir in den Versuchen J und F, während bei der Versuchsperson I eine starke Ca-Retention zu bemerken ist und im Versuch G bei bilanzmäßiger Aufstellung praktisch Ausfuhr und Einfuhr einander entsprechen. Die Mg-Ausfuhr ist in drei Versuchen erhöht, die Versuchsperson F dagegen retiniert deutlich, wenn auch gering, das Magnesium. Diese Verschiedenheit in der Ausscheidung der beiden Mineralien läßt auf unübersehbare, vielleicht konstitutionelle Einflüsse schließen.

Bei allen vier Versuchspersonen kann eine Mehrausscheidung von Phosphor nachgewiesen werden, obwohl in den Trinkkurperioden kein Phosphor zugeführt wurde (s. Analysen). Jaup, Baden-Baden, beobachtete in ähnlich angeordneten Versuchen mit verschiedenen Mineralwässern und Leitungswasser ebenfalls eine starke Mehrausscheidung des Minerals. Wir müssen daher die erhöhte Ausscheidung des Phosphors als nicht spezifisch für das Henkenhagener Meerwasser ansehen.

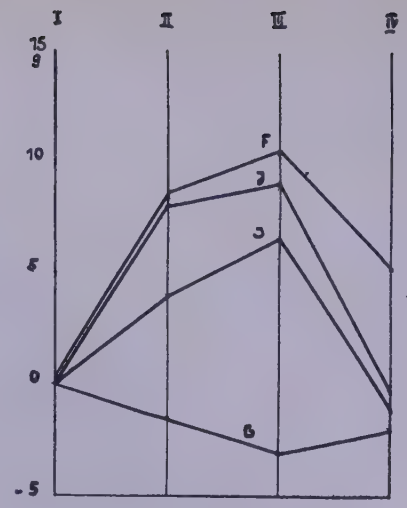

Abb. 5: Natriumausscheidung

Der besseren Übersicht halber haben wir die Ausscheidungsverhältnisse der einzelnen Mineralien noch einmal zusammengestellt. Die Mineralausscheidung in der Vorperiode wurde gleich Null angenommen, die Kurven in den Perioden II, III und IV ergeben die Mehrausscheidung bzw. Retention im Vergleich zur Vorperiode.

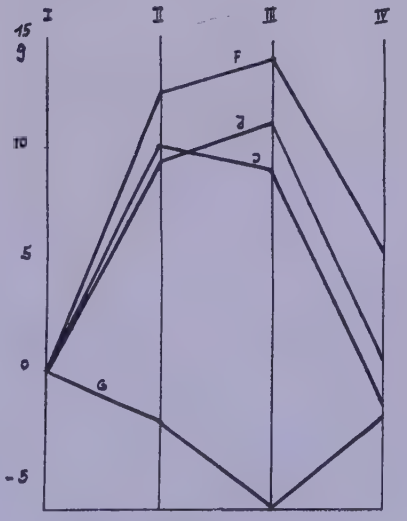

Abb. 6: Chlorausscheidung

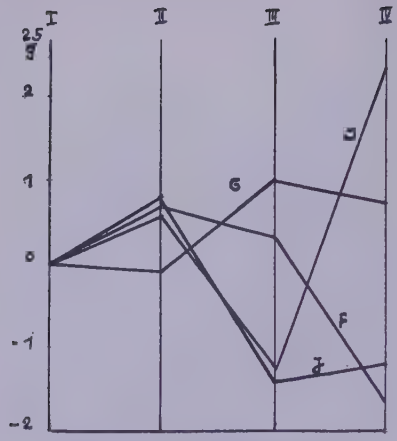

Abb. 7: Kaliumausscheidung

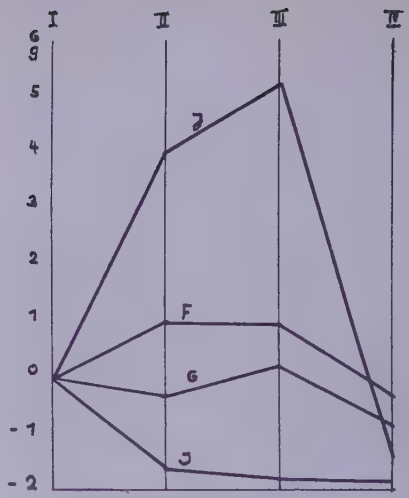

Abb. 8: Kalziumausscheidung

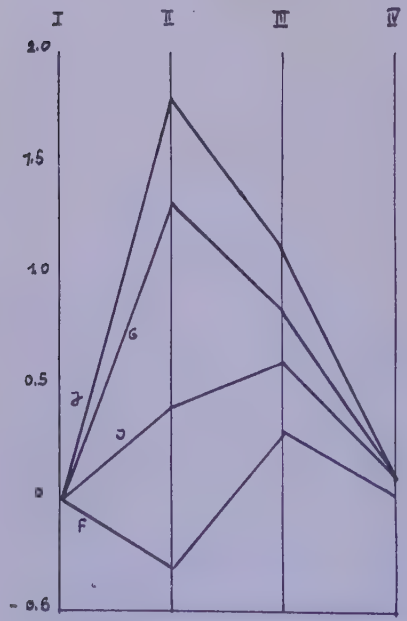

Abb. 9: Magnesiumauscheidung

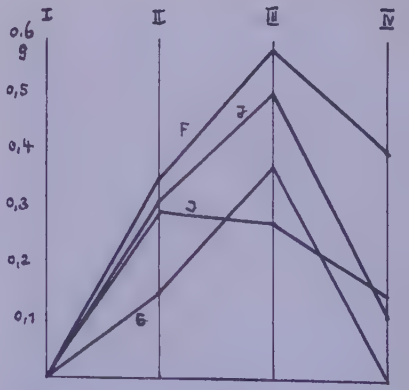

Abb. 10: Phosphorausscheidung

Zusammenfassung:

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit war folgende: Kann der Mineralstoffwechsel des Menschen durch Trinkkuren mit Henkenhagener Ostseewasser beeinflußt werden?

Wir untersuchten also das Verhalten des menschlichen Mineralstoffwechsels während einer Trinkkur mit Henkenhagener Ostseewasser. Die Untersuchungen wurden an vier gesunden Personen vorgenommen. Nach einer zehntägigen Einstellungsperiode folgte der eigentliche 20 Tage währende Versuch, den wir in vier Perioden gliederten. In Periode I wurde nur die im Vorversuch ermittelte Standardversuchskost gegeben, in den Perioden II und III erhielten die Versuchspersonen zusätzlich 500 ccm Henkenhagener Ostseewasser pro die. Der Versuch wurde mit Periode IV beendet, in der kein Meerwasser verabreicht wurde. In einem Kontrollversuch gaben wir in den Perioden II und III an Stelle des Henkenhagener Wassers die gleiche Menge Aqua destillata. Wir stellten bei sämtlichen Versuchspersonen täglich die Menge der im Harn ausgeschiedenen Mineralien (Natrium, Kalium, Kalzium, Phosphor, Chlor, Magnesium) fest, während die Mineralbestandteile der Faeces am Ende einer jeden Periode bestimmt wurden. Die Mineralien des Blutes ermittelten wir bei zwei Versuchspersonen zu Beginn jeder Periode.

Es wurden während eines Versuches bei jeder Versuchsperson zahlenmäßig folgende Analysen durchgeführt:

Im Harn:

60 Natriumbestimmungen
60 Kaliumbestimmungen
60 Kalziumbestimmungen
60 Phosphorbestimmungen
60 Chlorbestimmungen
60 Magnesiumbestimmungen

Im Stuhl (nach Veraschung):

8 Natriumbestimmungen
8 Kaliumbestimmungen
8 Kalziumbestimmungen
8 Phosphorbestimmungen
8 Chlorbestimmungen
8 Magnesiumbestimmungen

In den Nahrungsmitteln (nach Veraschung):

20 Natriumbestimmungen 20 Kaliumbestimmungen 20 Kalziumbestimmungen 20 Phosphorbestimmungen 20 Chlorbestimmungen 20 Magnesiumbestimmungen	in Kräckers, Wurst, Käse, Milch und Zitronensaft.

Über die Ergebnisse unserer Untersuchungen läßt sich folgendes sagen:

1. Natrium und Chlor wurden entsprechend der Mehreinfuhr während der Trinkkur mit Henkenhagener Ostseewasser wieder ausgeschieden.
2. Wir fanden in sämtlichen Versuchen, also auch in dem Kontrollversuch mit Aq. dest., eine erhöhte Phosphorausscheidung.
3. Wir stellten wesentliche Änderungen im Kalzium- und Magnesiumstoffwechsel fest, die bei den einzelnen Versuchspersonen jedoch verschieden waren. In einem Versuch wurden Kalzium und Magnesium vermehrt ausgeschieden, in einem anderen kam es zur Kalziumretention und Phosphormehrausscheidung. Es konnte aber auch eine Magnesiumretention und erhöhte Kalziumausscheidung beobachtet werden.
4. Änderungen der Blutkonstanten konnten bei gesunden Versuchspersonen während der Meerwassertrinkkur nicht nachgewiesen werden.

Auf Grund dieser Feststellungen kann man sagen, daß Meerwassertrinkkuren beim Menschen eine Umstellung im Mineralhaushalt herbeiführen. Bei längerer Dauer der Versuche müßten sich Einzelheiten dieser Transmineralisation noch deutlicher herausstellen lassen. Aufgabe der Klinik wäre es, den Mineralstoffwechsel während Meerwassertrinkkuren an Kranken zu erforschen, um daraus schließlich die therapeutische Wirkung des Meerwassers abzuleiten.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle dem Direktor der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau, Herrn Professor Dr. Vogt, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen für die Vermittlung der Patenstelle in Baden-Baden und für die Anregung zu dieser Arbeit. Gleichfalls danke ich Herrn Dr. Jaup, Leiter der Balneologischen Forschungsstelle der Universität Freiburg in Baden-Baden, für seine Unterstützung und sein großes Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte.

Literatur

P. György: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie 1416, 1931.

v. Hoeßlin: Dtsch. Archiv. für klinische Medizin 103, 271, 1911.

Klinke: Der Mineralstoffwechsel.

Oehme: Dtsch. Archiv für klinische Medizin, Bd. 154, 160.

Oppenheimer: Handbuch der Biochemie, 8. Bd.

Sherman, Rose, Mathews und Oesterberg: Journal. biol. chem. 41, 173, 1920.

Lebenslauf

Am 16. November 1913 wurde ich, Käte Füssel, als Tochter des Stadtsekretärs Roman Füssel und seiner Ehefrau Anna, geb. Krause, in Rawitsch, Provinz Posen, geboren. Von Ostern 1920 bis Sommer 1921 besuchte ich das deutsche Privatlyzeum in Rawitsch, nach unserer Ausweisung aus Polen das Privatlyzeum E. Höhnen in Breslau und danach die Städtische Viktoriaschule. Die Reifeprüfung legte ich im März 1933 am Katholischen Südoberlyzeum in Breslau ab. Nach Ableistung des Werkhalbjahres im Arbeitslager Grafenort bei Habelschwerdt studierte ich vom Winterhalbjahr 1933/34 bis zum Winterhalbjahr 1938/39 an der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Breslau Medizin. Nach dem zweiten Semester legte ich den ersten Teil, nach dem fünften Semester den zweiten Teil der Ärztlichen Vorprüfung ab. Im Juni 1939 beendete ich mein Studium an der gleichen Universität mit der Ärztlichen Staatsprüfung. Anschließend war ich als Medizinalpraktikantin in der Dermatologischen Abteilung des Allerheiligen-Hospitals in Breslau tätig. Meine Bestallung als Arzt erhielt ich mit der Geltung vom 1. September 1939. Ich arbeitete dann als Volontärärztin in der Inneren Abteilung des Allerheiligen-Hospitals und seit dem 15. Dezember 1939 als einberufene Ärztin in der Dermatologischen Abteilung desselben Krankenhauses.

Korndruck Breslau